

Next Generation Train – neue Potenziale für den europäischen HGV

Im Rahmen des Projektes Next Generation Train (NGT) wurde das Potenzial für ein flächen-deckendes europäisches Schienennetz für 400 km/h untersucht. Das dafür entworfene Modell wurde für eine Analyse der aktuellen Situation des Personenverkehrs in den europäischen Ländern genutzt.



Der Next Generation Train ist ein Forschungsprojekt des Deutschen Zentrums für Luft- und Raumfahrt (DLR) für einen neuartigen Hochgeschwindigkeitszug. 8 DLR-Institute sind an der Entwicklung beteiligt. Die vorgesehene Betriebsgeschwindigkeit soll 400 km/h betragen. Der vorliegende Beitrag stellt die Betrachtung der Frage dar, ob es Bedarf für einen solchen Zug gibt, und wenn ja, wie groß das Fahrgastpotenzial in Europa ist. Ebenso werden die Rahmenbedingungen für die Netzerweiterung ermittelt. Ergebnis ist ein Netz von Hochgeschwindigkeitsstrecken, welche durch ihre stark nachfragesteigernde Wirkung als empfehlenswert eingestuft werden können. Vorangestellt wird eine Analyse der derzeitigen Situation im Schienenpersonenfernverkehr Europas mit der Darstellung der länderspezifischen Besonderheiten. Die derzeitige Situation zeigt Verbesserungspotenzial auf und wird zum Vergleich mit einem Szenario für ein NGT-Netz herangezogen.

Der NGT soll bei 300 km/h nur die Hälfte des spezifischen Energieverbrauchs eines ICE3 ausweisen [1]. Um dies zu erreichen, kommen eine günstige Aerodynamik, ein Doppelstock-

konzept (um die Kapazität zu erhöhen) und ein konsequenter Leichtbau zur Anwendung.

REFERENZUNTERSUCHUNG DER STRECKE PARIS – WIEN

In der ersten Phase der Untersuchung von Einsatzszenarien wurde für den NGT die Strecke Paris-Wien exemplarisch untersucht [2]. Es zeigte sich, dass die Eisenbahn mit einer separierten Hochgeschwindigkeitsinfrastruktur bis 1000 km Entfernung mit dem Flugzeug konkurrieren kann und die Reisezeit der Bahn mit $3\frac{3}{4}$ Stunden nur geringfügig höher als bei einer Flugreise liegt. Für beide Verkehrsmittel wird dabei die Reisezeit von Haus zu Haus verwendet. Durch die Erstellung weiterer langsamerer Szenarien mit teilweiser Nutzung vorhandener Infrastruktur ließen sich länderspezifische Unterschiede erkennen. In Deutschland ist es z. B. sinnvoll häufiger zu halten. Eine Integration kleinerer Städte wie Ulm in das Netz führt zu einem Rückgang der Langstreckenfahrgeäste Frankreich-Österreich, jedoch bleibt die Verkehrsleistung durch die Gewinnung neuer Mit-



Dipl.-Ing. Tilo Schumann
Wissenschaftlicher Mitarbeiter
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR)
tilo.schumann@dlr.de



Prof. Dr.-Ing. Karsten Lemmer
Institutsdirektor
Institut für Verkehrssystemtechnik,
Deutsches Zentrum für Luft- und
Raumfahrt (DLR)
karsten.lemmer@dlr.de

telstreckenfahrgeäste konstant. Die mittlere Reisegeschwindigkeit aller Fernverkehrsfahrgeäste im Untersuchungsraum steigt dabei sogar an, da der Hochgeschwindigkeitsverkehr mehr Menschen zugänglich ist.

METHODE DER VERKEHRSMODELLIERUNG

Das Netz- und Nachfragemodell wurde ausgehend vom Korridor Paris-Wien auf ganz Europa ausgedehnt und weiterentwickelt. Im Netzmodell sind die Städte, deren Wirt- ➤

BILD 1: Designstudie des Next Generation Train

(Quelle: DLR)





BILD 2: Liniennetz des Eisenbahnverkehrs für 2010 nach Zugarten, die Dicke der Linien repräsentiert die Anzahl der täglichen Zugfahrten

(Quelle aller weiteren Abbildungen: eigene Darstellung unter Verwendung von Eurostat-Karte)

schaftskraft, die liniengenauen Zugverbindungen, die Taktdichte und die Fahrzeiten enthalten. Zur Berechnung des Aufkommens kam ein Gravitationsmodell zur Anwendung, welches mit Daten zur regionalen Verteilung von Fahrgastzahlen von Eurostat [3] oder der UIC-Statistik kalibriert wurde [4]. Es wurde weiterhin auf Ebene der NUTS-2-Gebiete [5] mit Korrekturfaktoren versehen. Da die Änderung der Nachfrage mit steigender Fahrzeit nicht plausibel war, wurde ein Flugfaktor eingeführt. Dieser wirkt für lange Fahrten – insbesondere ab 4 Stunden – stark reduzierend und bildet in diesen Fällen die bevorzugte Wahl des Flugzeugs ab. Dieser Schritt ist erforderlich, da zur Reduzierung des Aufwands die Netze der konkurrierenden Verkehrsträger, wie das Flugnetz, nicht modelliert wurden. Die Kalibrierung erfolgte für jedes Land mit eigenen Faktoren. Für den internationalen Verkehr wurden die Länderpaarungen in Cluster ähnlicher Größenordnung eingeteilt. Zu erwähnen sind hier große regionale Unterschiede. Im östlichen Europa werden auch längere Strecken mit dem Zug zurückgelegt, z. B. in Nachtzügen, was in einer Reduzierung des Flugfaktors resultiert. Zwischen Deutschland und den Niederlanden ist der Verkehr im Gegensatz dazu deutlich schwächer ausgeprägt als zu erwarten wäre, gleiches gilt für den Verkehr Frankreich-Großbritannien. Für die Umlegung wurde ein linienorientierter Algorithmus verwendet, der jeweils eine schnelle möglichst umsteigearme Route ermittelt. Da die Umsteigevorgänge ermittelt

bar sind, kann die Routenwahl so erfolgen, dass geringfügig schnellere Verbindungen mit höherer Anzahl an Umstiegen nicht gewählt werden.

In der gesamten Studie wurden nur Relationen mit mehr als 50 km Entfernung betrachtet und berechnet. Dieses Segment wird im Folgenden als Fernverkehr bezeichnet. Wichtig ist insbesondere in Deutschland der Unterschied zur Fernverkehrsstatistik. Im vorliegenden Modell werden auch längere Fahrten in Regionalzügen als Fernverkehr betrachtet. Gründe für die Einschränkung des Segmentes sind die Fokussierung auf Hochgeschwindigkeitsverkehr sowie der Verzicht auf die Modellierung der konkurrierenden Verkehrsnetze. Eine Abbildung des Nahverkehrs hätte den Rahmen dieser europaweiten Betrachtung deutlich gesprengt.

NETZMODELL

Alle westlichen, südlichen, nördlichen und mitteleuropäischen Länder wurden in das Modell einbezogen. Auch Nicht-EU-Staaten wie die Länder des ehemaligen Jugoslawien und die Türkei sind enthalten, jedoch keine Länder östlich der Linie Finnland-Baltikum – Polen – Rumänien. Alle Städte ab 80 000 Einwohnern aufwärts wurden in das Modell integriert. Dahinter steckt die Idee, dass das größte Potenzial für Schienenfernverkehr in Städten zu suchen ist, und der Aufwand somit in Grenzen gehalten werden

kann. Anschließend wurde die modellierte Bevölkerung mit der Gesamtbevölkerung jedes NUTS-2-Gebietes verglichen. Letztere Gebiete sind von der EU definierte statistische Regionen, die in Deutschland z. B. kleineren Bundesländern oder Regierungsbezirken entsprechen und im Modell als Verkehrszellen dienen. Wenn der Anteil der modellierten Bevölkerung zu niedrig lag, wurden auch kleinere Städte in das Modell integriert. Dies war z. B. in der Schweiz erforderlich, wo auch Städte mit nur 5000 Einwohnern erfasst wurden. Auch anderswo sind kleine Städte an Eisenbahnknoten ergänzt. Für alle Städte wurden mittlere Zu- und Abgangszeiten zum Bahnhof sowie Umsteigezeiten ermittelt. Das Eisenbahnnetz wird durch Linien (Zuggruppen) abgebildet. Diese wurden in Hochgeschwindigkeitsverkehr (HGV), InterCity (IC) und Regionalverkehr untergliedert. Ergänzt wurden Fähren und Buslinien, sofern keine Eisenbahnverbindung vorhanden war und das Zubringerpotenzial nennenswert erscheint. Um Züge hervorzuheben, die sich mit 180 oder 200 km/h vom übrigen InterCity-Verkehr abheben, aber nicht in die Kategorie Hochgeschwindigkeit fallen, wurde die Kategorie IC+ geschaffen. Als HGV wird z. B. der ICE-, TGV-, Eurostar- und AVE-Verkehr betrachtet. Unter IC+ fallen u. a. die Schnellverkehre auf den britischen Main Lines, der Lyntog in Dänemark und der SuperCity in Tschechien. Die im Folgenden angegebenen berechneten Geschwindigkeiten wurden aus begründeten Modellkanten ermittelt. Da die Entfernungen

dadurch etwas kürzer als in der Realität sind, sind die Geschwindigkeiten etwas geringer. Für die hier getätigten Vergleiche ist die Qualität jedoch ausreichend. Zusätzlich sind die Abschnitte mit der jeweiligen Zugzahl gewichtet, wodurch langsamere Abschnitte mit weniger Zügen nicht so stark ins Gewicht fallen. Aufenthaltszeiten auf Zwischenbahnhöfen sind eingerechnet.

Das Modell wird durch folgende Kenngrößen skizziert:

- 1904 Städte
- 237 Mio. Einwohner von insgesamt 525 Mio. in den betrachteten Ländern
- 120 000 km Bahnstrecken (ca. 50 % des tatsächlichen Netzes)
- 18 400 km Strecken mit HGV
- 66 100 km Strecken mit IC und IC+
- 75 600 km Strecken mit Regionalverkehr

Im Bild 2 ist das Netz dargestellt. Die Dicke der Linien stellt den angebotenen Takt dar. Auffällig ist der dichte Verkehr auf der TGV-Strecke Paris-Lyon und der Bahnverkehr in den drei Ländern mit dem dichtesten Personenzugangebot: Großbritannien, Niederlande und Schweiz.

SCENARIEN

Vier Szenarien wurden erstellt bzw. berechnet:

- Europa 2010 – entspricht dem mit dem aktuellen Zustand kalibrierten Modell
- Europa 2025 – realistische Prognose mit Annahme der fertiggestellten Schnellfahrstrecken
- NGT Maximalnetz für 400 km/h
- Empfehlenswertes NGT-Netz für 400 km/h

ANALYSE DES BAHNVERKEHRS IN EUROPA 2010

BEISPIEL DEUTSCHLAND

Für Deutschland sind 298 Städte im Modell enthalten. Die meisten Städte werden durch die Stadtgrenzen gut abgebildet. In die Kategorie HGV sind alle ICE-Linien einsortiert, IC und EC in die Kategorie IC und alle übrigen Verkehre werden als Regionalverkehr betrachtet. Insgesamt werden relativ wenige der relevanten Linien stündlich bedient, meist gibt es ein Angebot im Zwei-Stunden-Takt mit Überlagerungen auf den Strecken zu einem Stundentakt. Durch diese sowohl im ICE- wie auch Regionalverkehr angewendete Praxis entstehen mehr Direktverbindungen. Auch die Anzahl der an das ICE- und IC-Netz angeschlossenen Städte ist dadurch größer. Die durchschnittliche Geschwindigkeit des

ICE-Netzes liegt bei 122 km/h. Die schnellste Verbindung führt von Berlin nach Hamburg und erreicht im Mittel 179 km/h. Die durchschnittliche Geschwindigkeit im IC-Verkehr liegt bei 86 km/h, im Regionalverkehr bei 60 km/h.

BEISPIEL GROSSBRITANNIEN

Für das Vereinigte Königreich sind 202 Städte im Modell enthalten. London ist die größte Stadt und besitzt repräsentative Stadtgrenzen. Die Städte Manchester, Liverpool, Birmingham und Newcastle sind um ihre Vorstädte ergänzt worden.

Hochgeschwindigkeitsverkehr gibt es nur auf der Strecke „High Speed 1“ zwischen London und dem Kanaltunnel. Neben dem Eurostar nach Paris und Brüssel fahren darauf auch innerbritische HGV-Züge. Der Verkehr auf den „Main Lines“ nach Schottland, in den Westen und Osten ist kein HGV, da die Geschwindigkeit bei 125 Meilen pro Stunde oder 201 km/h liegt. Dieser Verkehr ist als IC+ klassifiziert. Der Personenverkehr auf dem Streckennetz ist außerordentlich dicht. Zwischen London und Manchester fährt z.B. alle 20 Minuten

ein Zug. Aufgrund dieser Taktdichte können die Zwischenhalte gezielt ausgelassen werden, so dass jeder Zug mit wenigen Zwischenhalten fahren kann und dennoch die Zwischenhalte mindestens stündlich bedient werden. Die mittlere Geschwindigkeit beim IC+ (Fernverkehr auf den Main Lines) liegt bei 121 km/h, im IC-Verkehr bei 90 km/h und im Regionalverkehr bei 58 km/h.

VERGLEICH DER EUROPÄISCHEN LÄNDER

Ein Schlüsselwert für die Bewertung der Länder nach ihrer Eignung für HGV ist die mittlere Einwohnerzahl der Städte, dargestellt im Bild 3. Im Modell sind nicht alle Städte enthalten, da aber der Anteil der erfassten Einwohner in allen Ländern ähnlich groß ist, ist der Wert aussagekräftig. Länder mit hohem Wert bieten bessere Voraussetzungen, da mehr Menschen in Städten wohnen und der Zugang zum HGV leichter ist. Spanien liegt in diesem Vergleich an der Spitze gefolgt von Frankreich, ein Spiegel der tatsächlichen Entwicklung des HGV-Netzes. Der niedrige Wert der Schweiz zeigt, dass die Bevölkerung stark

BILD 3: Eine höhere mittlere Einwohnerzahl pro Stadt zeigt eine Bevölkerungskonzentration in den Großstädten an und begünstigt den HGV

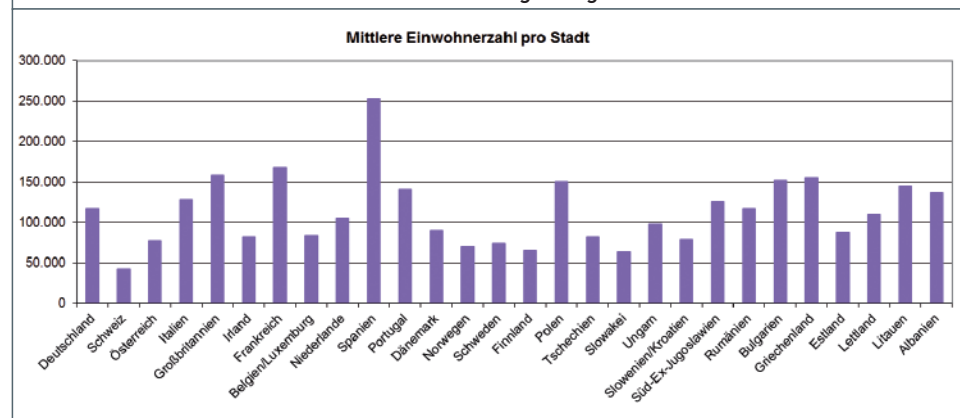
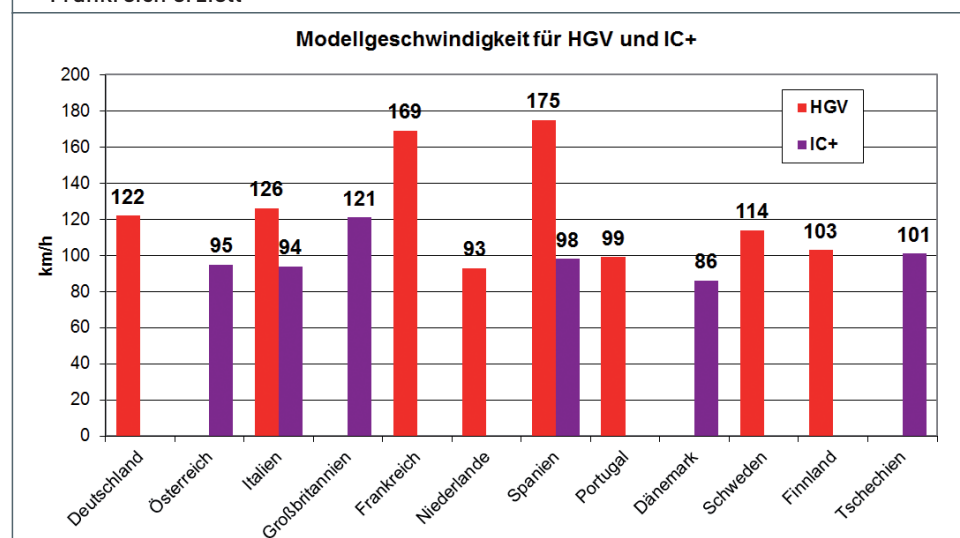


BILD 4: Die höchsten mittleren Geschwindigkeiten im HGV werden in Spanien und Frankreich erzielt



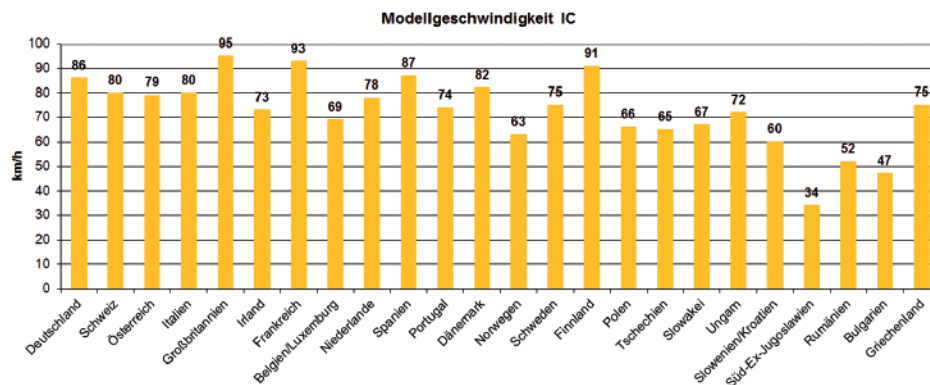


BILD 5: Die mittleren Geschwindigkeiten des InterCity-Verkehrs liegen in West-europa auf einem ähnlichen Niveau

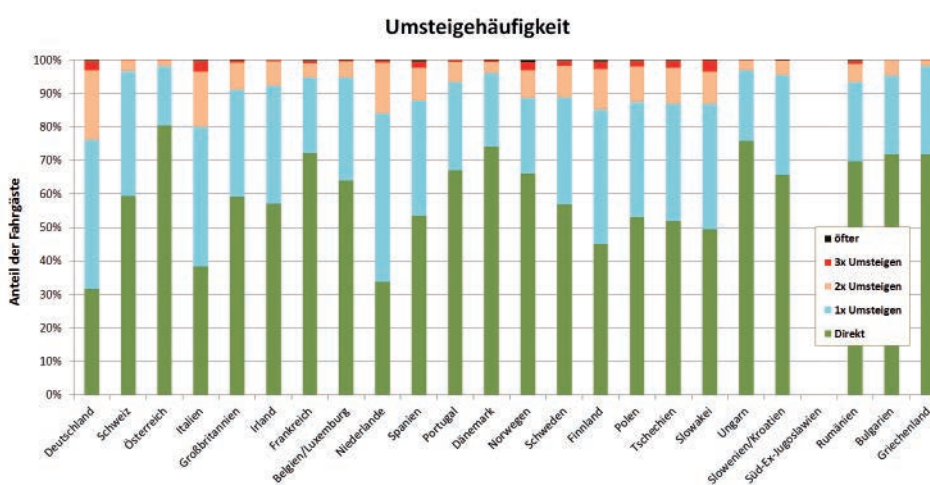


BILD 6: In Deutschland, Italien und den Niederlanden müssen Fernverkehrsfahrgäste am häufigsten umsteigen, um an ihr Ziel zu gelangen (Zu- und Abgangswege zu und von den Bahnhöfen sind nicht enthalten)

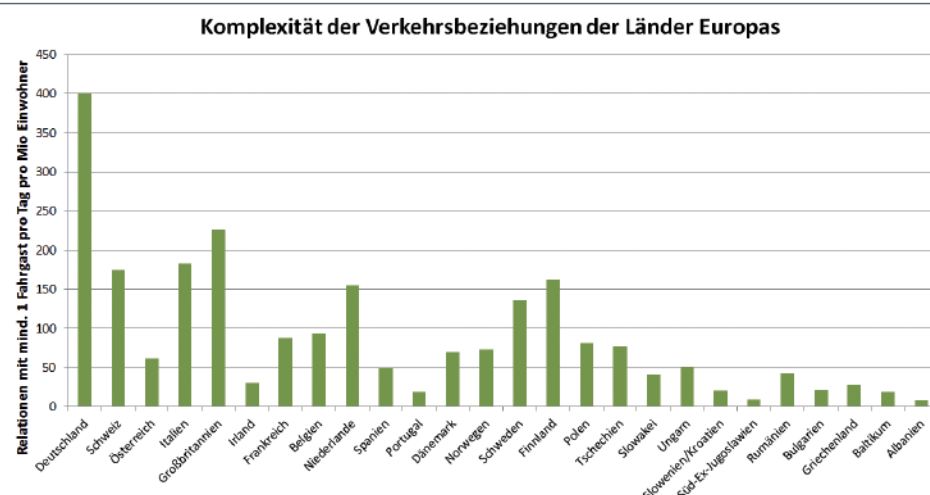


BILD 7: Deutschland weist die höchste Komplexität der Verkehrsbeziehungen auf

verteilt lebt wofür ein dichtes Netz zur Erschließung gebraucht wird. In Bild 4 und 5 sind die mittleren Geschwindigkeiten der Zugkategorien HGV, IC+ und IC für alle Länder dargestellt. Die Geschwindigkeiten sind abschnittsweise mit den Zugzah-

len gewichtet, so dass Einzelfahrten auf langsameren Strecken kaum reduzierend wirken. Die schnellsten Züge fahren in Spanien, wo als HGV nur die AVE-Züge gewertet werden, die ausschließlich auf Schnellfahrstrecken unterwegs sind. Spurwechselfähige Züge,

welche teilweise auch auf Altstrecken fahren zählen als IC+. In Frankreich werden ähnlich hohe Werte erreicht. Deutschland besitzt einen relativ niedrigen Wert im HGV. Durch den hohen Anteil von konventionellen Strecken sinkt die mittlere Geschwindigkeit des ICE stark. Ähnliches gilt für den Eurostar in Italien, wo der Wert vor allem durch die Abschnitte in Süditalien oder bei der Apennin-Überquerung reduziert wird. Im Vergleich dazu erreicht der Verkehr auf den Main Lines in Großbritannien (IC+) die gleiche mittlere Geschwindigkeit wie der deutsche ICE, obwohl es keine Hochgeschwindigkeitsabschnitte gibt, sondern nur mit 201 km/h gefahren wird. Grund hierfür ist die durchgehende Befahrbarkeit der Strecken mit der Höchstgeschwindigkeit und die niedrige Anzahl von Zwischenhalten, die auch durch die hohe Zugdichte ermöglicht wird. So müssen zum Beispiel die Züge von London nach Schottland in Birmingham und Manchester keinen Halt einlegen, da diese Städte ihre eigenen schnellen und vertakteten Verbindungen nach Schottland besitzen. In Schweden wird eine hohe Geschwindigkeit erreicht, obwohl es keine längeren Neubaustrecken gibt. Im IC-Verkehr, dargestellt im Bild 5, ist das Niveau in den meisten westlichen Ländern hoch. Geringer fällt es in den Benelux-Staaten aus, da die Züge dort häufiger halten, in Norwegen wegen der schwierigen Topografie. Es ist jedoch erkennbar, dass im Südosten Europas das Niveau deutlich niedriger liegt, insbesondere im Süden des ehemaligen Jugoslawien existiert kein konkurrenzfähiger Eisenbahnverkehr.

Die Umlegung der Verkehrsströme auf ein liniengenaues Eisenbahnnetz ermöglicht eine Analyse der Umsteigehäufigkeit. Der Umlenkalgorithmus setzt eine Bevorzugung von vorhandenen Direktverbindungen voraus, daher liegt die tatsächliche Umsteigehäufigkeit noch etwas höher. Erkennbar ist in Bild 6, dass in Deutschland nur ein geringer Anteil von Fahrgästen ohne Umsteigen ans Ziel kommt. Lediglich ein Drittel der Fahrgäste erreicht das Ziel umsteigefrei. Auch der Anteil der Fahrgäste, die zweimal oder öfter umsteigen müssen, liegt mit knapp einem Viertel höher als in allen anderen Ländern. Nur Italien besitzt vergleichbare Umsteigeranteile. In den Niederlanden besteht ebenso ein hoher Umsteigeranteil, obwohl die geringe Landesgröße und das verbreitete System von Flügelzügen anderes erwarten lassen. Überraschend ist der geringe Umsteigeranteil der Schweiz. Die Praxis des Integralen Taktfahrplans lässt auf hohen Umsteigebedarf schließen. Die großen Städte des Landes besitzen jedoch meist direkte Zugverbindungen in dichtem Takt. Die wenigsten Umsteiger gibt es in Österreich, Frankreich und Dänemark. In allen drei Ländern erreichen 70–80 % der Fernverkehrsfahrgäste ihr Ziel direkt. Es gibt ausgeprägte Strömungen auf

die Hauptstadt, in Dänemark zusätzlich noch einen intensiven Flügelzugbetrieb.

Die Komplexität der Verkehrsbeziehungen ist eine weitere Größe, die sich aus dem Modell ermitteln lässt. Je höher diese ist, umso schwieriger sind die Bedingungen für Hochgeschwindigkeitsverkehr, da die Schnellstrecken dann nur einen Teil des Verkehrspotenzials erschließen können. Berechnet wird im konkreten die Anzahl der Relationen mit mindestens einem Fahrgast pro Tag im Verhältnis zur Einwohnerzahl des Landes. Im Bild 7 ist zu sehen, dass die Komplexität in Deutschland am größten ist. Ebenfalls hoch, aber nur noch halb so groß ist sie in Großbritannien, Italien, der Schweiz, Finnland und den Niederlanden. In Spanien und Frankreich ist sie deutlich niedriger. Die hohe Komplexität in Deutschland ist ein Grund für den hohen Umsteigeranteil.

SZENARIO 2010

Die Streckenbelastungen des anhand der Eurostat-Daten kalibrierten Modells sind in Bild 8 zu sehen. In blau sind nationale Verkehrsströme dargestellt, in rot internationale. Klar ersichtlich ist, dass die meisten Fahrgäste in Europa Ziele im eigenen Land besitzen, der nationale Verkehr dominiert.

Internationaler Verkehr ist nur zwischen Großbritannien, Frankreich und Belgien stärker ausgeprägt.

Das dichte Zugangebot zwischen Paris und dem Südosten Frankreichs spiegelt sich auch in den Fahrgastzahlen nieder. Mit fast 100.000 täglichen Fahrgästen ist die Strecke Paris-Lyon die am stärksten belastete europäische Bahnstrecke im Fernverkehr. Die TGVs fahren dort alle 4–5 Minuten. Die Bahnstrecke Frankfurt-Mannheim erreicht mit 80 000 Fahrgästen den höchsten Wert in Deutschland. Die spanischen Hochgeschwindigkeitsstrecken sind mit 15 000 Fahrgästen pro Tag schwächer belastet.

Die Kalibrierung des internationalen Verkehrs zeigte die Unterschiede des Verkehrsniveaus innerhalb Europas. Die größte Intensität besteht zwischen Tschechien und der Slowakei. Der Verkehr zwischen Deutschland und Österreich befindet sich auf dem gleichen Niveau wie der innerdeutsche. Sehr stark sind auch die Verkehrsbeziehungen zwischen Deutschland und der Schweiz, Frankreich-Schweiz, Frankreich-Italien und Frankreich-Luxemburg. Der Flugfaktor wurde u.a. für folgende Länderpaarungen reduziert: Österreich-Italien, Tschechien-Polen und Spanien-Portugal. Eine Erklärung dafür kann die intensive Nutzung von Nachtzügen sein. Ein sehr niedriges Niveau des internationalen

Verkehrs wird für Deutschland-Niederlande, Frankreich-Niederlande und Frankreich-Großbritannien erreicht. Letztere ist zwar die stärkste internationale Bahnverbindung in Europa, aber die Größe der Städte, die Nähe und die Wirtschaftskraft lassen deutlich mehr Verkehr erwarten. Dies wird durch die Fahrgastzahlen des Eurostars bestätigt, der in den ersten Jahren weniger Erfolg hatte als erwartet [6].

EFFEKTE EINES DEUTSCHLANDWEITEN INTEGRALEN TAKTFahrPLANS

In Deutschland gibt es in der Diskussion um die Zukunft des Personenverkehrs Vorschläge, nach dem Vorbild der Schweiz einen landesweiten integralen Taktfahrplan (ITF) einzuführen. Ziel ist es, die Umsteigezeiten zu verkürzen, in dem sich an allen Bahnhöfen die Züge zur gleichen Zeit treffen und schnelle Anschlüsse ermöglichen. Mit dem vorliegenden Modell ist es möglich, zu ermitteln, welchen Einfluss dies auf die Fahrgastzahlen hat. Dazu wurden zwei Szenarien miteinander verglichen: eines mit den Umsteigezeiten des Fahrplans 2012 („Ohne ITF“) und das zweite mit einer globalen Umsteigezeit von 5 Minuten („Mit ITF“). Die Umsteigezeiten in den wichtigsten deutschen Umsteigebahn- »

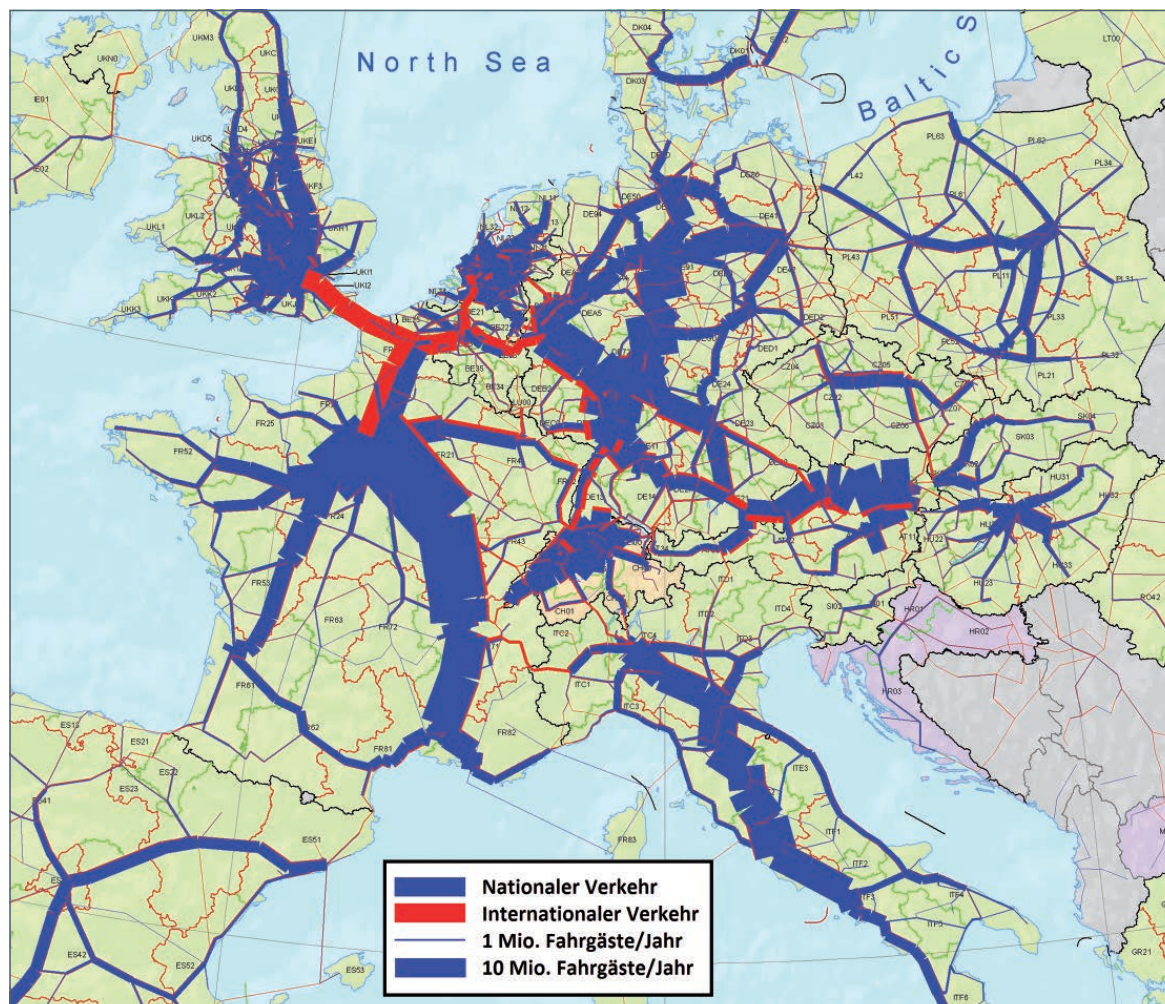


BILD 8: Der europäische Eisenbahnpersonenverkehr besteht hauptsächlich aus nationalen Verkehr, lediglich im Bereich London-Paris-Benelux gibt es stärkeren internationalen Verkehr

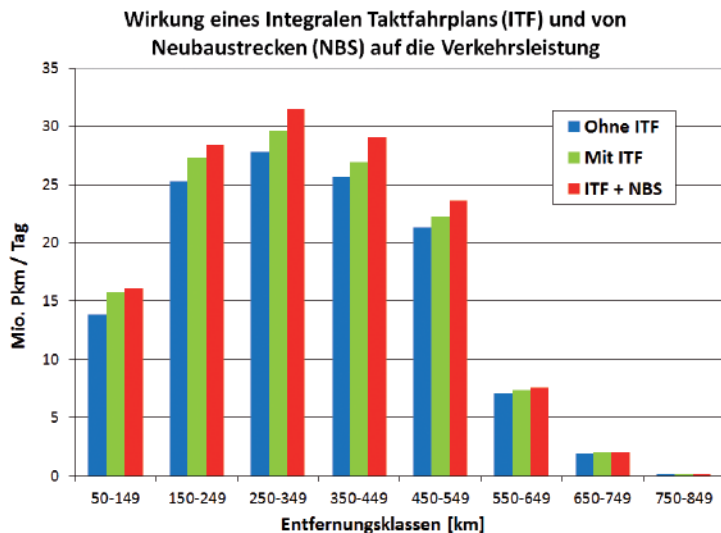


BILD 9: Ein deutschlandweiter integraler Taktfahrplan (ITF) würde insbesondere bis zu 250 km zu nennenswerten Steigerungen der Verkehrsleistungen führen, danach wird der Effekt von Schnellfahrstrecken größer

höfen Frankfurt, Hannover und Köln liegen bei durchschnittlich 15 Minuten. Etwas länger sind sie in Mannheim und Hamburg. Im Bild 9 ist zu erkennen, dass die Einführung eines ITF insbesondere bei Mittelstreckenentfernungen eine große Wirkung hätte. Von 50 bis 250 km Reiseentfernung kann damit die Verkehrsleistung um 10% erhöht werden. Erst ab 250 km ist die Wirkung neuer Schnellfahrstrecken („ITF + NBS“ entsprechend Szenario 2025) größer. Ab 350 km kann die Verkehrsleistung damit um 8% gegenüber dem ITF-Szenario erhöht werden, welches selbst einen Anstieg um 5%

bewirkt. Für eine Erhöhung der mittleren Reisegeschwindigkeit ist eine Verbesserung der Anschlusssituation somit erstrebenswert. Für die Herstellung von Taktknoten sind jedoch ebenso erhebliche Investitionen in die Streckeninfrastruktur zur Fahrzeitverkürzung bzw. in den Umbau von Bahnhöfen erforderlich.

SCENARIO 2025

Für 2025 wurde ein Prognoseszenario erstellt, um die Auswirkungen der derzeit in Bau be-

findlichen oder geplanten Strecken mit hoher Umsetzungswahrscheinlichkeit ermitteln zu können. Folgende Projekte sind unter anderem enthalten:

- Deutschland: Leipzig – Erfurt – Nürnberg, Stuttgart – Ulm, weitere Ausbaustrecken
- Österreich: Westbahn, Koralmbahn
- Schweiz: Gotthard-Basistunnel
- Großbritannien: High Speed 2
- Frankreich: TGV-Strecken Bretagne, Bordeaux, Toulouse, Rhein-Rhone, Mittelmeer
- Spanien: alle wichtigen Küstenstädte mit Madrid verbunden

Mit der Umsetzung aller wahrscheinlichen Projekte steigt die Verkehrsleistung von 227 auf 257 Mrd. Pkm und die Fahrgastzahlen von 909 auf 986 Mio. (2010 zu 2025). Im internationalen Verkehr gibt es einen Anstieg von 20 auf 27 Mrd. Pkm, bei den Fahrgastzahlen von 48 auf 61 Mio. Anzumerken ist, dass im Modell keine grundsätzliche Veränderung des Verkehrsverhaltens unterstellt wurde. Den größten Zuwachs gibt es in Spanien, wo der Verkehr um 50% von 10,4 auf 15,7 Mrd. Pkm steigt. Noch höhere Wachstumsraten gibt es in der Türkei, wo der HGV den Bahnverkehr mit einem Anstieg von 2,4 auf 10,7 Mrd. Pkm revolutioniert. Im internationalen Verkehr gibt es den größten Anstieg bei den Länderpaarungen Spanien-Frankreich (+1,3 Mrd. Pkm), Schweiz-Frankreich (+0,9 Mrd. Pkm), Schweiz-Deutschland (+0,6 Mrd. Pkm), Frankreich-Italien (+0,4 Mrd. Pkm) und Deutschland-Italien (+0,2 Mrd. Pkm).

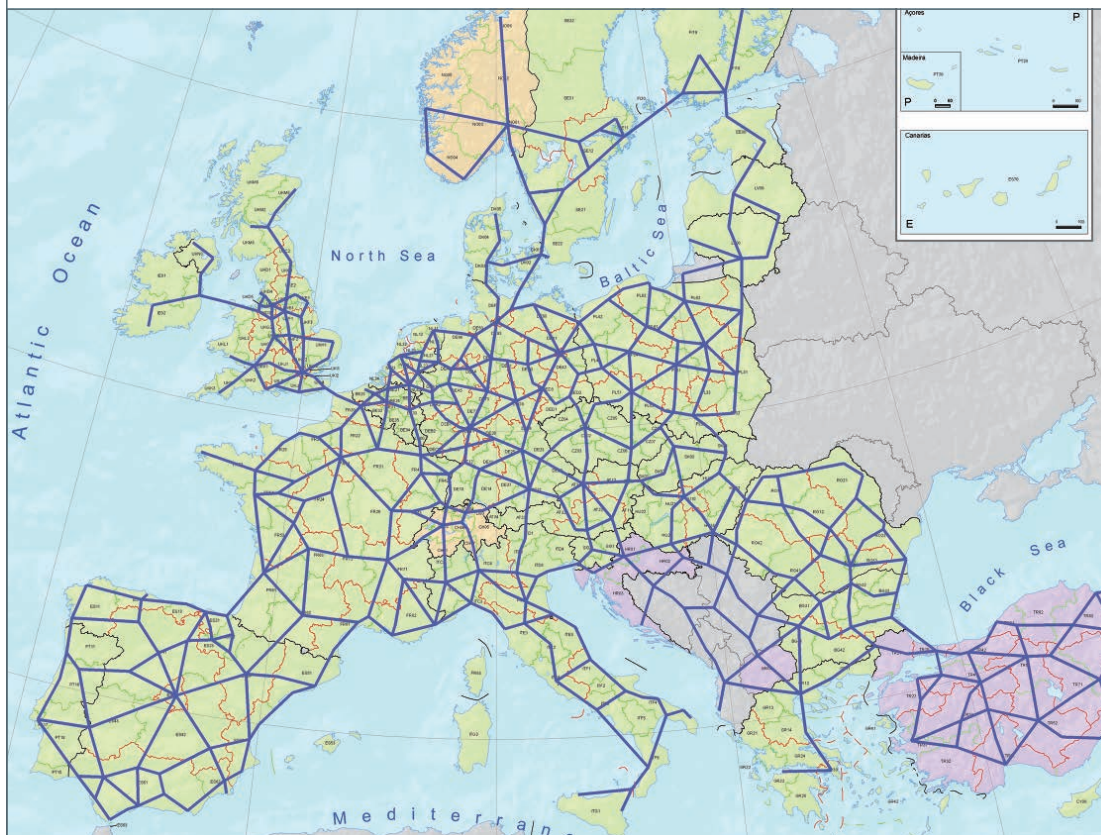


BILD 10: Das NGT-Netz für das Maximal-szenario wurde nach definierten Regeln erstellt

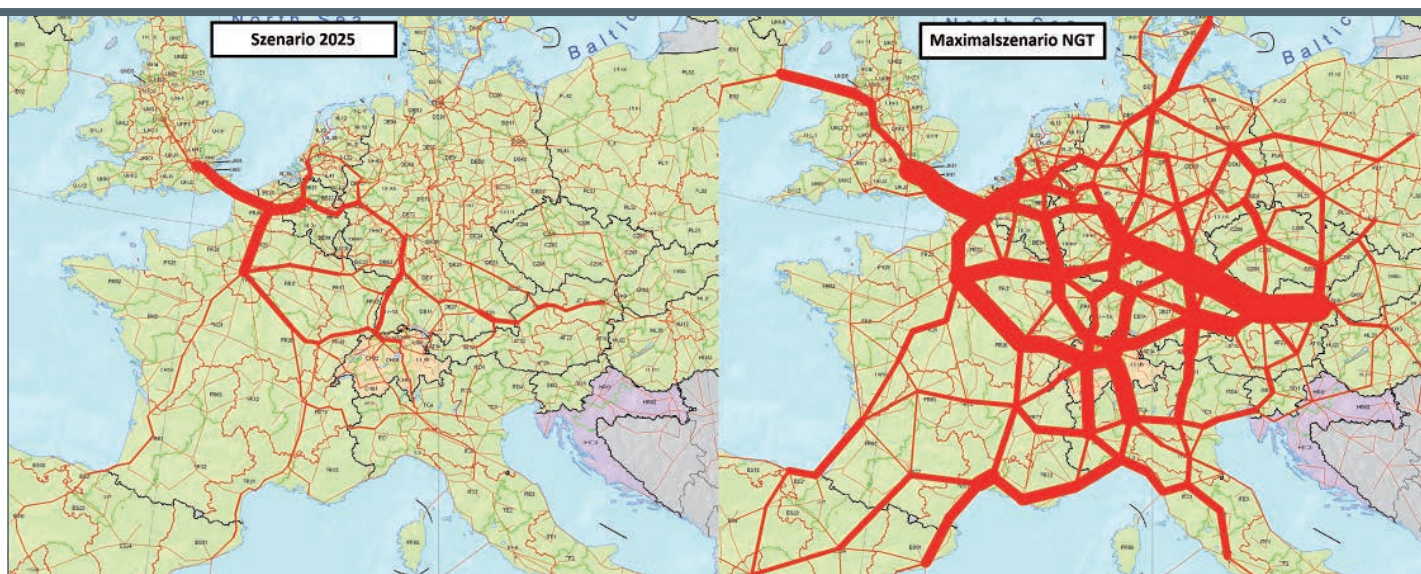


BILD 11: Insbesondere der internationale Verkehr in Mitteleuropa entwickelt sich mit einem durchgehenden Schnellfahrnetz sehr stark

SZENARIO NGT MAXIMAL

Die Fragestellung dieser Studie war die Identifikation des Potenzials in Europa für einen Zug mit einer Betriebsgeschwindigkeit von 400 km/h. Dies geschieht über einen Ansatz, ein vollständig neues Hochgeschwindigkeitsnetz für Europa anzunehmen, welches eine durchgängige Befahrbarkeit mit dieser Geschwindigkeit erlaubt. Das existierende Netz besteht parallel dazu weiter und dient als Zu- und Abbringer. Es ist auch denkbar, vorhandene Strecken aufzuwerten. Ebenso sollen die vorhandenen Bahnhöfe in den

Innenstädten weiter genutzt werden, um den Hauptvorteil der Bahn gegenüber dem Flugverkehr, die Reise von Stadtzentrum zu Stadtzentrum, nicht aufzugeben.

Für die Erstellung des neuen Netzes wurden Regeln streng befolgt. Dies soll helfen, europaweit gleiche Maßstäbe anzusetzen und etablierte Korridore nicht dominieren zu lassen. Die erste Regel klassifiziert die anzubindenden Städte. Alle Städte ab 500.000 Einwohnern sollen direkt angebunden werden, Städte ab 200.000 Einwohnern in maximal 50 km Entfernung und Städte ab 80.000 Einwohnern in maximal 100 km Entfernung.

Parallele Strecken sollen mindestens 100 km voneinander entfernt liegen, ansonsten ist die Bündelung von Strecken vorzusehen. Die minimale Entfernung zwischen Haltestationen soll 50 km betragen. Dennoch soll der Umwegfaktor für die Verbindungen 1,5 nicht überschreiten. Für die Einfädelung in die Innenstädte sind je nach Stadtgröße Langsamfahrabschnitte enthalten. Damit können vorhandene Trassen genutzt werden und es entsteht keine neue Lärmbelastung für die Stadtbevölkerung. Die neuen Trassen sind nicht im Detail ausgeplant, da der Luftlinie aber fast nie gefolgt werden kann, wurde »



BILD 12: Nur 18 % des Maximalnetzes erscheinen hinsichtlich des volkswirtschaftlichen Nutzens und des wirtschaftlichen Betriebs empfehlenswert, weitere 12 % sind prüfenswert

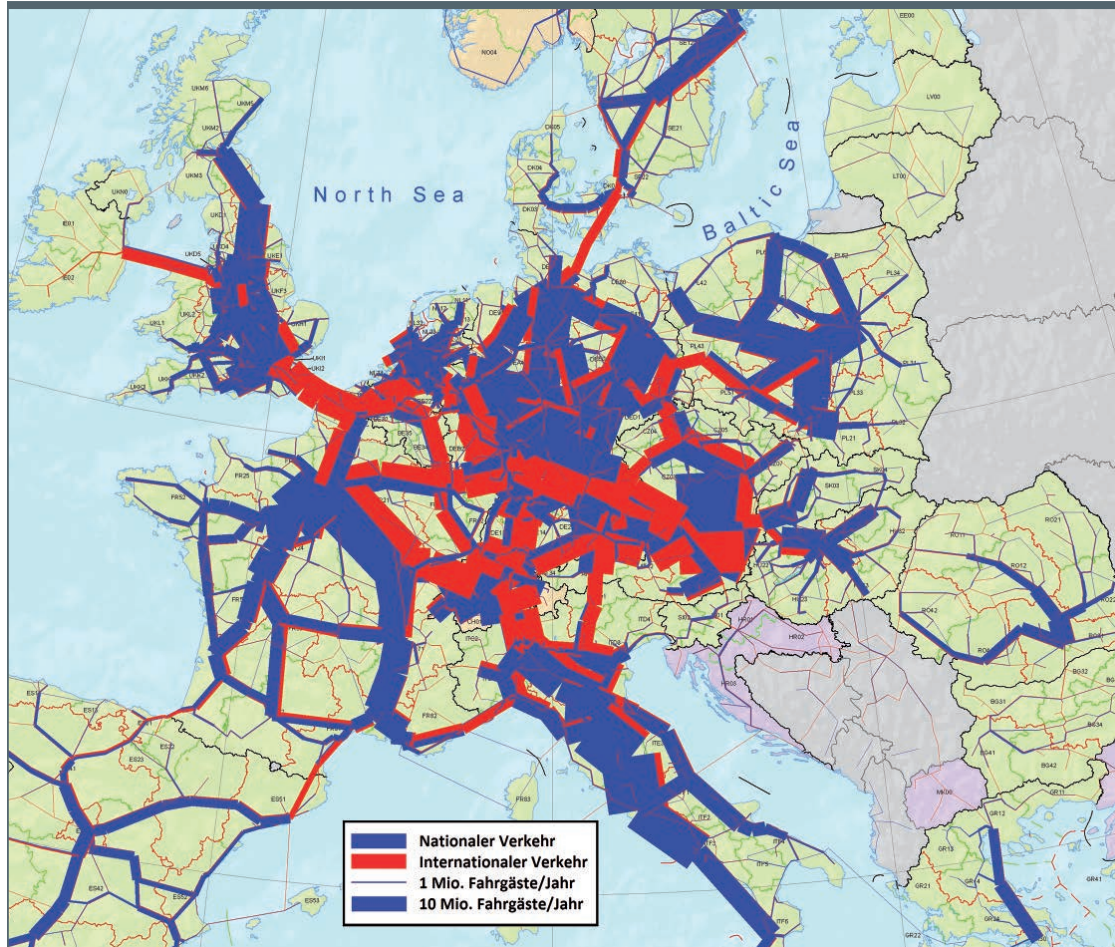


BILD 13: Eine Umsetzung des empfehlenswerten Netzes würde besonders in Mitteleuropa viel internationalen Verkehr auf die Schiene bringen und auch in Deutschland zu einer deutlichen Verstärkung des Personenverkehrs führen

ein Entfernungszuschlag hinzugerechnet. Das Netz ermöglicht somit nicht die kürzest möglichen Fahrzeiten, sondern enthält Umwege und Langsamfahrabschnitte, die bei einer Realisierung mit hoher Wahrscheinlichkeit auftreten würden.

Das sich aus den Regeln ergebende Netz ist in Bild 10 zu sehen. Das Maximalnetz ist 77 000 km lang und verbindet 434 Bahnhöfe. Auch drei längere Untersee-Tunnel wurden integriert: unter der Irischen See von Holyhead nach Dublin und zwei unter der Ostsee von Stockholm nach Turku und von Helsinki nach Tallinn. Der Tunnel unter dem Fehmarnbelt ist bereits im Szenario 2025 enthalten.

Die Verkehrsleistung im Bahnverkehr würde mit dem Maximalnetz von 285 auf 678 Mrd. Pkm pro Jahr steigen. Der Anteil des internationalen Verkehrs würde von 11 % auf 37 % steigen. Länder, in denen es einen überdurchschnittlichen Anstieg im nationalen Verkehr gibt, sind Polen (+218 %), Rumänien (+536 %) und die Türkei (+251 %). Diese Länder haben großes Potenzial aufgrund einer günstigen Größe und einer Vielzahl größerer Städte, die übers Land verteilt sind. Von den westlichen Ländern würde Deutschland den ersten Platz mit 91 Mrd. Pkm einnehmen und Frankreich überholen (78 Mrd. Pkm). Dies zeigt, dass insbesondere in Deutschland noch viel Potenzial für schnellen Personenverkehr existiert. In Frankreich und Spanien gibt es nur einen verhältnismäßig

geringen Anstieg, da in 2025 das HGV-Netz dort bereits sehr gut entwickelt sein wird. Kleinere Länder haben weniger Nutzen vom HGV, wie z. B. die Schweiz, die Niederlande, Belgien und Dänemark.

Die wichtigsten internationalen Verbindungen entwickeln sich zwischen Deutschland und Österreich (25 Mrd. Pkm), Frankreich und Italien (17 Mrd. Pkm) und Deutschland und Italien (11 Mrd. Pkm). Selbst sehr lange Entfernungen werden eisenbahnrelevant wie z. B. Spanien – Italien (8 Mrd. Pkm) und Spanien – Deutschland (3 Mrd. Pkm). In Bild 11 ist die Entwicklung des internationalen Verkehrs visualisiert.

EMPFEHLENSWERTES NGT NETZ

Das Maximum Szenario wird – realistisch betrachtet – nicht umgesetzt werden können, da Schnellfahrstrecken nur gebaut werden, wenn sie volkswirtschaftlich sinnvoll und eigenwirtschaftlich zu betreiben sind. Eine detaillierte Nutzen-Kosten-Analyse hätte den Rahmen dieser Studie gesprengt. Es ist jedoch möglich, für jeden Abschnitt den Zuwinn an Fahrgästen zu identifizieren. Dieser besteht aus der Belastung der neuen Strecke abzüglich des Rückgangs auf den parallelen Altstrecken. 10 Mio. neue Fahrgäste pro Jahr haben sich in der Vergangenheit als grober Grenzwert für eine sinnvolle Neubaustrecke

herausgestellt [7]. An diesem Wert orientiert sich der weitere Schritt für die Erstellung eines empfehlenswerten Netzes. Es wurde eine Unterteilung in sehr wahrscheinlich sinnvolle Strecken und zu prüfende Strecken vorgenommen (Bild 12). Letztere liegen nur knapp über dem Grenzwert, hier hängt es stark von den Investitionen ab, ob der Nutzen höher liegen wird. 13 500 km Strecke gehören in die erste Kategorie, weitere 9 000 km in die zweite.

Von den betrachteten Untersee-Tunneln des Maximalszenarios ist nur derjenige unter der Irischen See prüfenswert (mit 22 000 Fahrgästen pro Tag). Die Tunnel unter der Ostsee nach Finnland sind mit nur 1 000 Fahrgästen pro Tag nicht sinnvoll. Über deutsches Territorium führen viele der empfehlenswerten Strecken. Hier spiegelt sich das hohe Potenzial wider. Durch die zentrale Lage in Europa gibt es hier auch viel Transitverkehr, besonders von den Benelux-Staaten nach Österreich (und umgekehrt) sowie Frankreich/Benelux – Polen/Tschechien. In Frankreich und Italien bestehen Empfehlungen vorrangig für ergänzende Strecken, wie z. B. nach Genua und Venedig. Die Strecke Paris – Lyon ist aber aufgrund der sehr großen Fahrgastzahlen (150 000 pro Tag) dennoch erweiterungswürdig. Ein neuer Tunnel unter dem englischen Kanal könnte eine Steigerung von 28 000 auf 50 000 Fahrgäste bewirken. In Tschechien erzeugen nur internationale Verbindungen

genügend Nutzen für Neubaustrecken, von denen dann auch innerschweizerische Verbindungen profitieren. Sehr viele sinnvolle Strecken existieren in Polen. In Ungarn und Rumänien führen die empfehlenswerten Strecken allesamt in die jeweiligen Hauptstädte. In der Türkei würde eine direkte Verbindung zwischen Istanbul und Ankara deutlich höhere Fahrgastzahlen bewirken als die derzeit in Bau befindliche Strecke. Bemerkenswert ist es, dass für die iberische Halbinsel keine neuen Strecken empfohlen werden können. Das Netz 2025 wird bereits so weit entwickelt sein, dass das Bahnpotenzial fast voll ausgeschöpft sein wird und eine Steigerung auf 400 km/h nicht mehr viel Nutzen bringt.

FAZIT UND AUSBLICK

Im Rahmen des Projektes Next Generation Train des DLR wurde eine Situationsanalyse des europäischen Personenverkehrs durchgeführt und das Potenzial für ein europaweites HGV-Netz für 400 km/h ergründet. Das Verkehrsmodell wurde dafür mit Quelle-Ziel-Daten von Eurostat kalibriert. Im Ergebnis entstand ein empfehlenswertes Netz, welches volkswirtschaftlich sinnvoll ist und ei-

genwirtschaftlichen Betrieb ermöglicht. Der größte Anstieg der Verkehrsleistung wird in Mitteleuropa erreicht, aber auch im nationalen Verkehr Polens, Rumäniens und der Türkei. Der internationale Verkehr würde um den Faktor 7 steigen.

Da im Rahmen der Studie die Frage des Nutzens und der Wirtschaftlichkeit nur aus Sicht der Verkehrsmenge getätigt wurde, ist eine weitergehende detailliertere Betrachtung sinnvoll. Ebenso stellen die Fragen danach, wie ohne Neubaustrecken die Reisezeiten verkürzt (Integraler Taktfahrplan) und wie die Anzahl der Umsteigevorgänge reduziert (dichteres Zugangebot) werden können, wesentliche Punkte in der Weiterentwicklung des Personenverkehrsangebots dar. ←

Literatur

- [1] Winter, Joachim, Gerhard Kopp, Moritz Fischer, Simone Ehrenberger: „Systematic derivation of the NGT vehicle concept“, In: RTR Special – Next Generation Train, 2011
- [2] Schumann, Tilo: „Operational concept Paris to Vienna“, In: RTR Special – Next Generation Train, 2011
- [3] Eurostat Homepage: Eisenbahnverkehr - Innerstaatlicher und Grenzüberschreitender jährlicher Eisenbahnpersonenverkehr nach Einsteige- und Aussteigeregion (NUTS 2, Anzahl der Fahrgäste, 2005 Daten) (tran_r_rapa), http://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=tran_r_rapa&lang=de
- [4] UIC, International Railway statistics, synopsis for 2009
- [5] Eurostat, Statistische Gebiete: Nomenclature des unités territoriales statistiques, http://epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/nuts_nomenclature/introduction

[6] Eurostat Entwicklung der Fahrgastzahlen, UK Parliament 2006, <http://www.publications.parliament.uk/pa/cm200506/cmselect/cmpubacc/727/72705.htm>.

[7] Zitat von Gunther Ellwanger, ehemaliger UIC Direktor Hochgeschwindigkeitsverkehr

SUMMARY

Next Generation Train – new potential for high-speed rail in Europe

In the context of the Next Generation Train project, the DLR (German national research centre for aeronautics and space) has analysed the situation of passenger transport in Europe and established the potential for a 400-km/h high-speed network throughout the continent. The transport model used was calibrated with origin/destination data from Eurostat. The result is a recommended network that makes sense economically and which it would be possible to operate covering costs. The biggest increase in traffic volume would be achieved in Central Europe as well as in national traffic in Poland, Romania and Turkey. International traffic would increase by a factor of seven.



NGT Next Generation Train

ISBN 978-3-7771-0435-5, 70 pages
Price 25,- (incl. VAT, excl. postage)



Order your copy now: www.eurailpress.de/ngt